Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Helmut Selbach

# BEITRAG ZUR QUANTITATIVEN EEG-ANALYSE PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER THETA-AUSPRÄGUNG[+]

[+]mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehem.
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1970

vorgelegt von
Detlev Schweitzer
aus Berlin

Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr.med. Helmut Selbach

---

# BEITRAG ZUP QUANTITATIVEN EEG-ANALYSE

# PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER THETA-AUSPRÄGUNG +

+mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehemaligen
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Detlev Schweitzer
aus Berlin

Ehemaliger Dekan: Professor Dr.med. Herbert Lax
Referent: Professor Dr.med. Helmut Künkel
Korreferent: Professor Dr.med. Stanislaw K. Kubicki

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der ehemaligen Medizinischen
Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 12. Oktober 1970

M E I N E N  E L T E R N

gewidmet

# INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG und FRAGESTELLUNG . . . . . 5

METHODIK . . . . . 7
Untersuchungs- und Analysegang
1. Registrierung
2. Analoge Vorverarbeitung
3. Digitale Weiterverarbeitung
4. Statistische Analyse der Resultate

KRANKENGUT . . . . . 25

ERGEBNISSE . . . . . 27
I. Zeitfunktion der theta-Ausprägung
1. Das arithmetische Mittel der theta-Ausprägung
2. Der Variationskoeffizient der theta-Ausprägung
3. Zwischenzusammenfassung
II. Die Spektren der Zeitfunktion
1. Die Anzahl der signifikanten Maxima
2. Die Prozentanteile der signifikanten Maxima
3. Die Verteilung der signifikanten Maxima über dem untersuchten Spektralbereich
4. Zwischenzusammenfassung
III. Zusammenfassung der Ergebnisse

DISKUSSION . . . . . 37

ZUSAMMENFASSUNG . . . . . 40

## E I N L E I T U N G

Seit Einführung der Elektroencephalographie durch BERGER im Jahre 1929 (3, 4) wurde versucht, bestimmte Kriterien aufzudecken, die eine sichere Beurteilung der hirnelektrischen Aktivität ermöglichen. So wurden u.a. die einzelnen Frequenzbänder und ihre Zuordnung zu bestimmten Hirnlokalisationen d.h. also die räumliche und zeitliche Ausprägung des EEGs erkannt. Diese zeitliche Ausprägung unterliegt einer starken Variation. Bekanntlich beeinflussen zahlreiche verschiedenartige interne und externe Faktoren diesen zeitlichen Aufbau, wie z.B. das Alter, Sinnesreize oder therapeutische Maßnahmen (4, 14, 19, 20). Bisher wurde jedoch noch nicht untersucht, ob die zeitliche Variabilität rein zufällig bedingt ist, oder ob sie wenigstens teilweise bestimmten periodischen Komponenten unterliegt.

Schon BERGER postulierte Periodizitäten im Ablauf der hirnelektrischen Aktivität. Doch fehlte ihm die Möglichkeit der Beweisführung.

Erst in den letzten Jahren wurde der Nachweis periodischer Aktivität durch Anwendung der Methoden der statistischen Kommunikationstheorie möglich. Eine umfassende Zusammenstellung dieser Methoden gibt KÜNKEL in seiner Arbeit "Die Periodik der paroxysmalen Dysrhythmie im Elektroencephalogramm" (18). Auf diesem Wege konnte er den Beweis über das Vorhandensein periodischer Aktivität im Ablauf der paroxysmalen Dysrhythmie antreten. Weitere Hinweise auf das Wirksamwerden rhythmischer Komponenten wurden von FENYÖ, HASZNOS und POOLE gegeben (7, 8, 22, 23, 24).

In dieser Arbeit soll versucht werden, unter Zuhilfenahme der von KÜNKEL (18) angewandten Methode, periodische Einflüsse im Ablauf der physiologischen, bioelektrischen Hirnaktivität nachzuweisen. Dabei beschränkt sich die Untersuchung auf den zeitlichen Ablauf des theta-Frequenzbandes.

Da das sich in dem Frequenzbereich von 4-7 Hz bewegende theta-Frequenzband lediglich im kindlichen sowie im Schlaf-EEG in seiner Ausprägung deutlicher hervortritt, entzieht es sich weitgehend der klinischen Beobachtung (14, 19, 2o).

So kann es als günstig erachtet werden, daß das methodische Vorgehen dieser Untersuchung neben den Aussagen über das rhythmische Verhalten im Zeitablauf des theta-Frequenzbandes auch Angaben über die theta-Ausprägung selbst zuläßt.

Im zweiten Teil der Arbeit soll durch eine statistische Varianzanalyse die Abhängigkeit der Untersuchungsergebnisse von bestimmten zuvor festgelegten Faktoren geprüft werden. Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit, schließlich folgende Fragen zu beantworten:

1. Zeigt die theta-Ausprägung eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?
2. Weist die Variabilität der theta-Ausprägung im Zeitablauf eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie auf?
3. Variiert die zeitliche Ausprägung des theta-Frequenzbandes rein zufällig, oder ist sie wenigstens teilweise periodischen Einflüssen unterworfen?
4. Lassen sich Beziehungen zwischen der periodischen Aktivität und bekannten physiologischen Rhythmen aufzeigen?
5. Wie verhält sich die periodische Aktivität unter dem Einfluß von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?

# M E T H O D I K

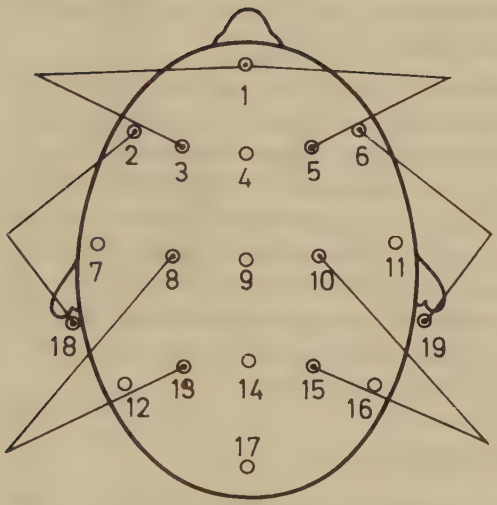
## Untersuchungs- und Analysegang

Es erscheint notwendig, eine breitere Darstellung des Untersuchungs- und Analyseganges zu geben, der dieser Arbeit zugrunde liegt. Die Aussagekraft der Befunde ist direkt abhängig von dem gewählten methodischen Vorgehen, bei dem sich jeder einzelne Analysegang aus dem vorhergehenden entwickelt. Der dazu notwendige erhebliche apparative Aufwand soll daher hier exakt beschrieben werden, um ein leichteres Verständnis der Endresultate herbeizuführen. Bis zum Vorliegen der Endresultate teilt sich der gesamte Untersuchungsgang in die Registrierung, die analoge Vorverarbeitung, die digitale Weiterverarbeitung sowie die statistische Analyse der numerischen Ergebnisse. Diese vier Abschnitte sollen nachfolgend im einzelnen beschrieben werden.

### 1. Registrierung

Die Registrierung der Elektroencephalogramme wurde unter strenger Einhaltung der allgemein üblichen Standardbedingungen durchgeführt: Fernhaltung äußerer Störungen, im Wachzustand des möglichst weitgehend psychisch und körperlich entspannten Patienten, bei geschlossenen Augen. Das 1o/2o Elektrodensystem diente der Lokalisation der Ableiteelektroden als Grundlage. Um einen Seitenvergleich zwischen je drei topographisch unterschiedlichen Ableitungen vornehmen zu können, wurden insgesamt sechs Kanäle abgeleitet. Über die Lage der Ableiteelektroden informiert Abb. 1. Die sukzessive Analyse dieser sechs Kanäle wurde dadurch ermöglicht, daß eine Analogspeicherung auf ein Magnetband erfolgte. Da eine gleichzeitige Analyse aller sechs Kanäle bei diesem apparativen Aufbau nicht durchgeführt werden konnte, wurde somit durch die Bandspeicherung die isolierte Kanalanalyse gleichzeitig registrierter Kanäle möglich.

li. r.




frontal

temporo-basal

occipital

| | li. | r. |
|---|---|---|
| frontal | 1/3 | 1/5 |
| temporo-basal | 2/18 | 6/19 |
| occipital | 8/13 | 10/15 |

Lage der Ableiteelektroden

Abb. 1 *Ableitungsschema*

Ausgehend von den Ableitebedingungen konnten somit die Untersuchungen mittels einer Varianzanalyse angeschlossen werden, die Auskunft über topographische Unterschiede sowie Einflüsse von Seitendifferenzen und Phenothiazinbehandlung auf die hirnelektrische Aktivität gaben.

Besonders hohe Anforderungen wurden an die Registrierung der Elektroencephalogramme gestellt, da nur geringfügige Veränderungen an den Ableiteelektroden schon zu einer erheblichen Verfälschung der Ergebnisse führen konnten. So mußten Bewegungseinflüsse sowie Lagekorrekturen an den Elektroden über einen Zeitraum von mindestens sieben Minuten streng vermieden werden. Verständlicherweise mußten sich unter diesen Bedingungen die Untersuchungen lediglich auf diejenigen EEGs beschränken, bei denen eine artefaktfreie Registrierung absolut gewährleistet war.

2. Analoge Vorverarbeitung (Abb. 2)

Die auf das Magnetband registrierten sechs Kanäle der abgeleiteten EEGs (Abb. 2a) wurden nun jeweils hintereinander der analogen Vorverarbeitung zugeführt. Da hier lediglich das theta-Frequenzband analysiert werden sollte, mußte dieses zunächst aus dem Gesamtspektrum des EEGs herausgefiltert werden. Die Filterung wurde durch einen Bandfilter ermöglicht, dessen Durchlasskurve Abb. 3 in doppelt logarithmischer Darstellung zeigt. Erarbeitet von KÜNKEL (17) zeichnet sich dieser Filter durch extreme Steilheit an den Flanken des Durchlassbereiches sowie eine innerhalb des Durchlassbereiches flache Charakteristik aus. Die besondere Qualität dieses Filters liegt in der hochgradigen Steilheit der Flanken, die bewirkt, daß benachbarte Frequenzbänder des physiologischen EEGs nicht mit verarbeitet werden.

Eine fortlaufende Integration der isolierten Frequenzen des theta-Bandes schloß sich als nächster Schritt des Untersuchungsganges an. Das Integral einer Kurve wird bestimmt

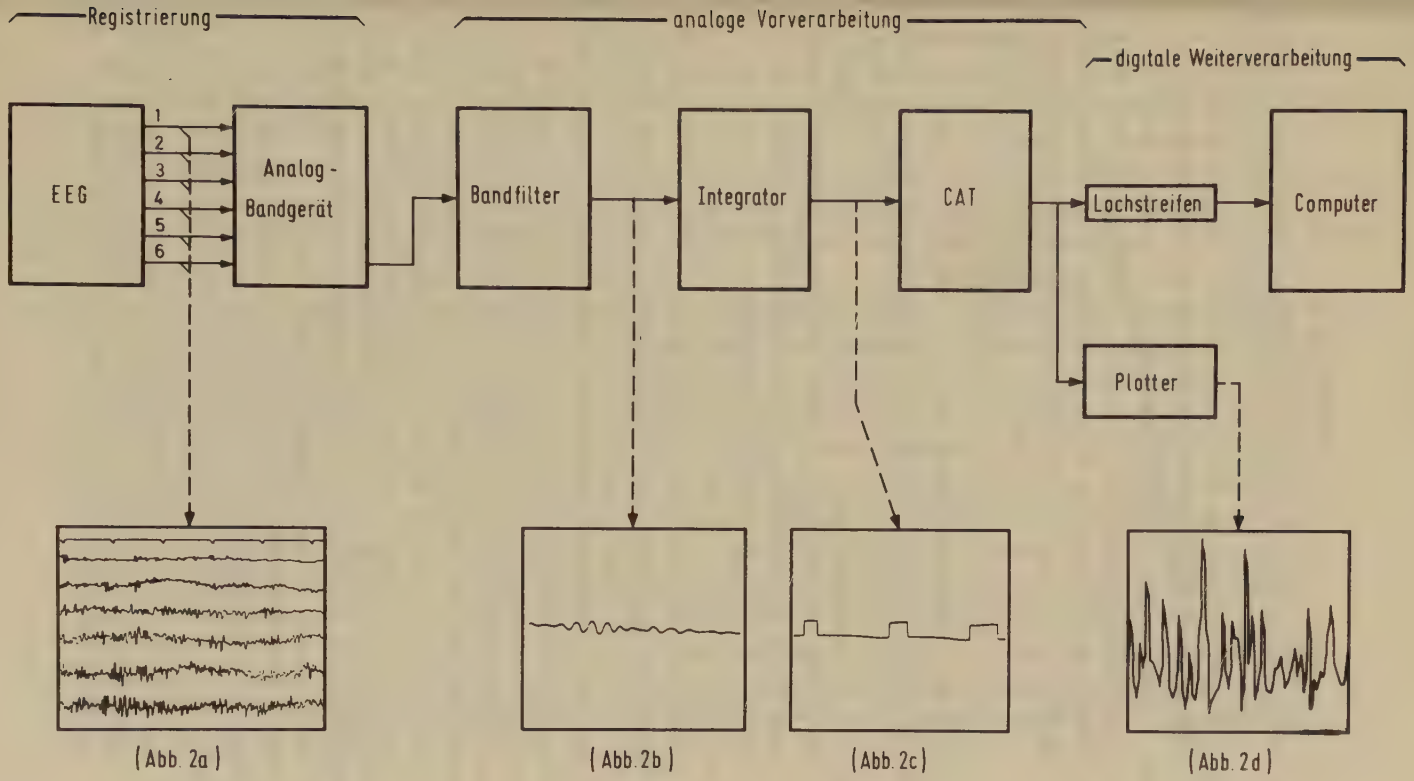



Abb. 2 *Registrierung und analoge Vorverarbeitung*

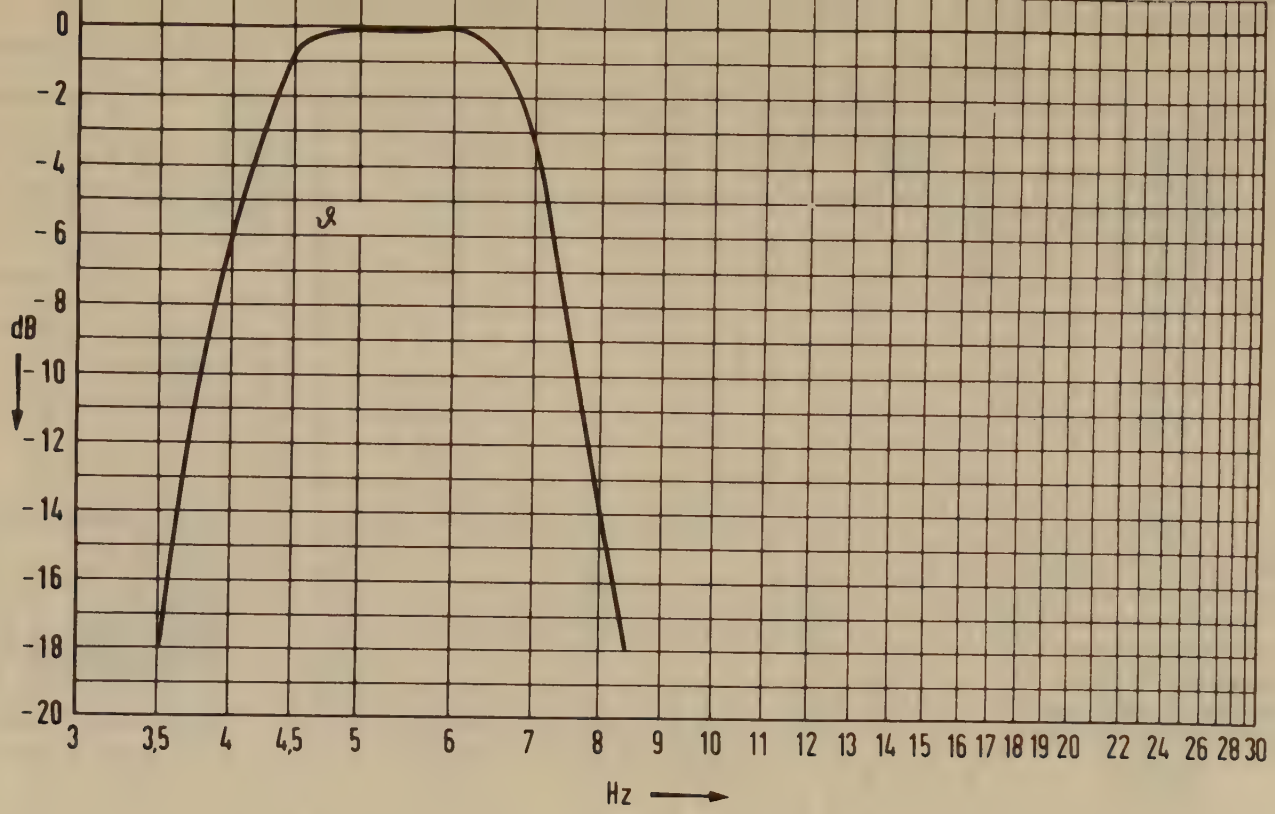



Abb. 3 *Filterdurchlaßkurve*

durch die Fläche, die von Kurve und Abszisse eingeschlossen wird. Die Amplitude, die Ausprägung und in begrenztem Sinne auch die Frequenz gehen als Komponenten in das Integral ein. Im Hinblick auf die Bewertung der im Bereich der digitalen Weiterverarbeitung erhaltenen Spektren, ist der Wahl der Integrationszeit wesentliche Bedeutung beizumessen. Unter der Integrationszeit sind die lückenlos aufeinanderfolgenden konstanten Zeitabschnitte zu verstehen, während derer die einzelnen Integrale des gefilterten theta-Frequenzbandes (Filteroutput) gebildet werden.

Der zum apparativen Aufbau des Analyseganges gehörende CAT 400 B trägt 400 einzelne Speicheradressen. Dadurch wurde die Anzahl der automatisch erfaßbaren Integrationsintervalle auf 400 begrenzt. Die auf 1 sec festgelegte Integrationszeit bedingte somit eine Analyse- und Registrierzeit von insgesamt 400 sec. Bei einer Integrationszeit von 1 sec beträgt die obere Frequenzgrenze des Spektrums nach der Formel 1/2 tm= x Hz=0,5 Hz (KÜNKEL) (18). Die Analysezeit hätte durch veränderung der Integrationsintervalle verlängert oder verkürzt werden können, doch hätten längere Intervalle die obere Frequenzgrenze des Spektrums reduziert und damit möglicherweise zum Verlust von Informationen geführt. Die Registrierzeit hätte dann aber einen Zeitraum eingenommen, in dem eine ununterbrochene, artefaktfreie EEG-Registrierung wohl kaum durchführbar gewesen wäre. Hingegen hätten kürzere Integrationszeiten eine höhere Frequenzgrenze des Spektrums nach sich gezogen, was sich jedoch auf die Frequenzauflösung des Spektrums ungünstig ausgewirkt hätte.

Bei einer Frequenzauflösung von 0,01 Hz konnte der zu berechnende Spektralbereich von 0 - 0,5 Hz in 50 Frequenzen unterteilt werden. Die verfügbare Registrier- und Analysezeit setzte unter Berücksichtigung der bekannten Beziehungen (KÜNKEL) die jeweilige Breite der Konfidenzgrenzen fest. Diese sind in den Abb. 5 b, 8 und 9 dargestellt. Um eine statistische

Stabilität der Resultate zu gewährleisten, wurde die Frequenzauflösung bei der hier vorliegenden Registrierdauer so gewählt, daß zwischen beiden Größen ein möglichst optimales Verhältnis bestand. Im Hinblick auf diese Überlegungen durfte die Wahl einer Integrationszeit von einer sec mit der daraus folgenden oberen Frequenzgrenze des Spektrums von o,5 Hz sowie der daraus resultierenden Registrierdauer von 4oo sec als befriedigende Lösung angesehen werden.

Zur Überwachung wurden außer dem Filteroutput (Abb. 2 b) auch die im Abstand von jeweils 1 sec aufeinander folgenden Integrale des Filteroutputs graphisch dargestellt (Abb. 2 c).

Die numerischen Werte der Integrale konnten auf diese Weise durch Ausmessung der graphischen Darstellung ermittelt werden. Dieses Verfahren hätte jedoch einen außerordentlichen Zeitaufwand erfordert, da bei 2o abgeleiteten EEGs mit einer Analyse in jeweils sechs Kanälen über 4oo sec insgesamt 48 ooo Integrale hätten graphisch ausgemessen werden müssen. Aus diesem Grunde wurde eine elektronische Datenverarbeitung zwingend. Dabei wurden durch eine hier nicht näher auszuführende elektronische Umwandlung die einzelnen aufeinanderfolgenden Integrale in eine ihrem numerischen Wert proportionale Anzahl von Impulsen umgewandelt. Der Vielkanalanalysator vom Typ CAT 4oo B speicherte anschließend die Impulse in 4oo aufeinanderfolgenden Adressenlokalisationen. Auf diese Weise ließ sich die zunächst kontinuierliche Zeitfunktion der theta-Ausprägung durch 4oo numerische Integrationswerte mit einem Abstand von jeweils 1 sec darstellen. Somit wurde die Umwandlung des mit Spannungen arbeitenden, d.h. analogen Analyseganges in den digitalen mit Zahlenwerten arbeitenden vollzogen. Zwei Möglichkeiten, die im Vielkanalanalysator in 4oo Einzelinformationen gespeicherte Zeitfunktion der theta-Ausprägung darzustellen, konnten gewählt werden: 1. Die graphische Darstellung mit Hilfe eines automatischen Kurvenzeichners (Plotter), s. Abb. 2 d; 2. Digital

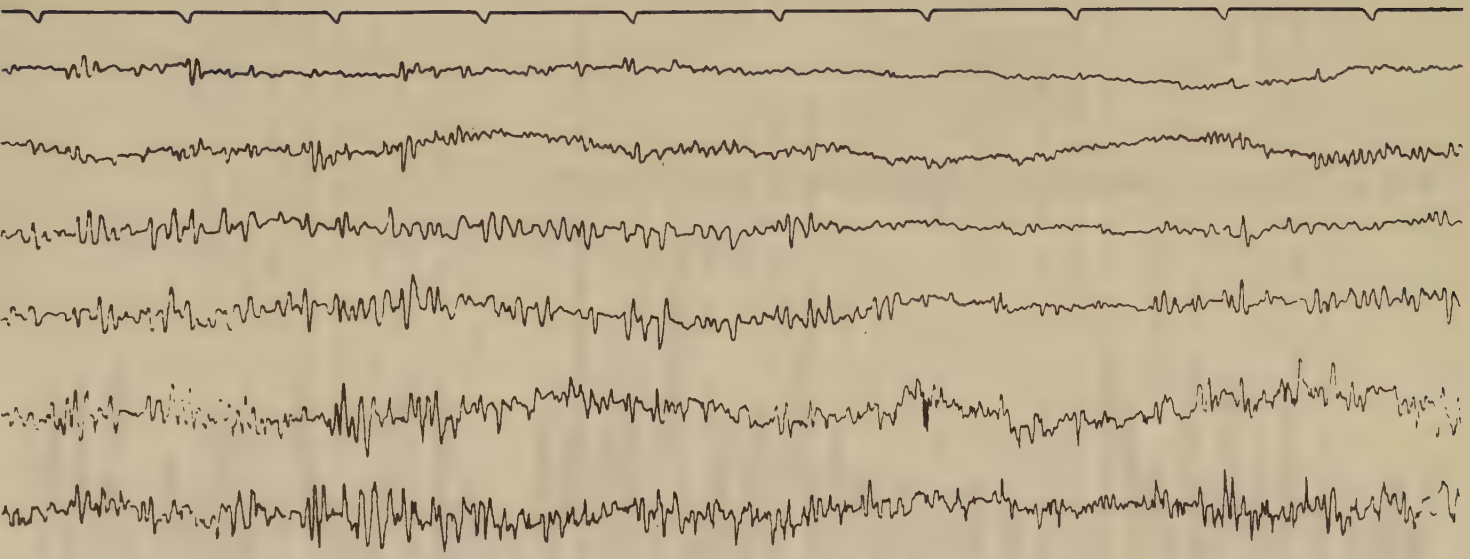


Abb.2a *Registrierbeispiel für Ausgangs-EEG.*

Abb. 2b *Registrierbeispiel für Ausgabe des Bandfilters für den ϑ-Bereich.*

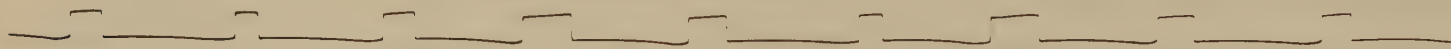


Abb. 2c *Graphische Ausgabe der Integrationswerte des ϑ-Bereiches.*

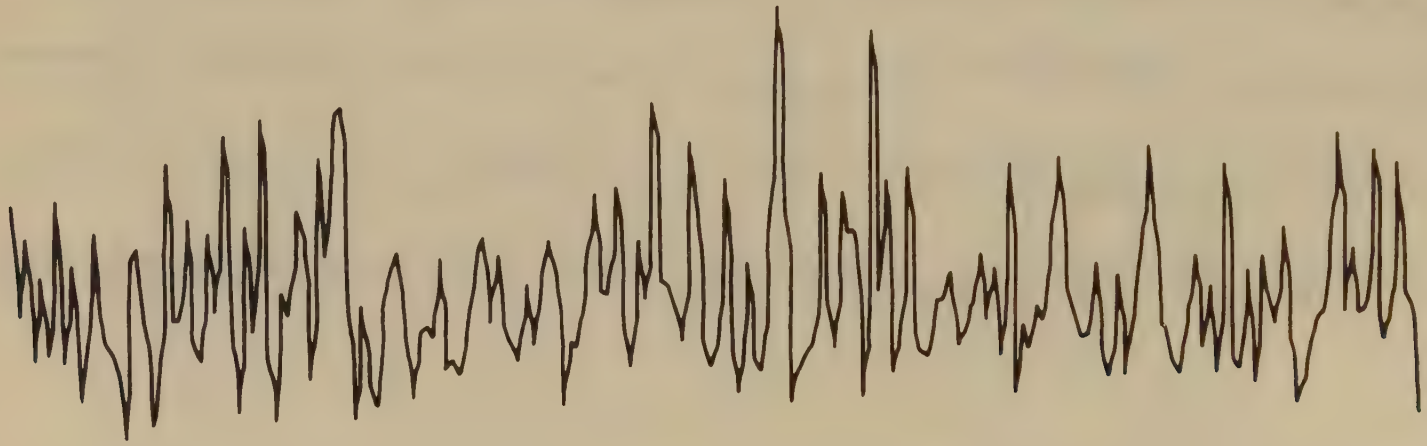


Abb. 2d *Zeitliche Variabilität der ϑ-Ausprägung über 400 sec.*

über ein Steuergerät und einen Lochstreifenstanzer auf einen Lochstreifen. Dieser konnte seinerseits zur digitalen Weiterverarbeitung einem Computer als Träger der Eingabewerte zugeführt werden.

## 3. Digitale Weiterverarbeitung (Abb. 4)

Im Rahmen der digitalen Weiterverarbeitung wurde zunächst aus der zuvor ermittelten Zeitfunktion der theta-Ausprägung ein Leistungsspektrum gewonnen. Über die Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation konnte dieses Leistungsspektrum erstellt werden. Mit Hilfe des Leistungsspektrums konnte die Frage direkt beantwortet werden, ob innerhalb der theta-Ausprägung neben zufallsmäßigen Einflüssen auch systematische periodische Komponenten aufgezeigt werden können. Das Vorhandensein von Gipfelwerten über einzelnen Frequenzen, die unter Berücksichtigung der zugehörigen Konfidenzgrenzen als signifikant angesehen werden durften, war als Ausdruck periodischer Aktivität zu werten. Die Konfidenzgrenzen zeigen bei vorgegebener Wahrscheinlichkeit den Schwankungsbereich der Schätzwerte, wenn ein Experiment unter gleichen Bedingungen mehrfach wiederholt würde. Die Charakterisierung eines Leistungsspektrums erfolgt durch eine Reihe von Parametern, die untereinander und mit den Parametern der zugrunde liegenden Zeitfunktion in Zusammenhang stehen.

Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf die Arbeiten von KÜNKEL (17, 18). Als Charakteristikum ist zunächst die obere Grenzfrequenz zu nehmen, bis zu der hin das Spektrum berechnet werden kann. Sie ist von der Integrationszeit abhängig und ergibt sich zu einer Größe von 0,5 Hz, wenn die Dauer der Integrationszeit 1 sec beträgt. Aus der Theorie des Leistungsspektrums ist bekannt, daß das Produkt von Frequenzauflösung des Leistungsspektrums und Breite der Konfidenzgrenzen der Länge der Zeitfunktion proportional ist.

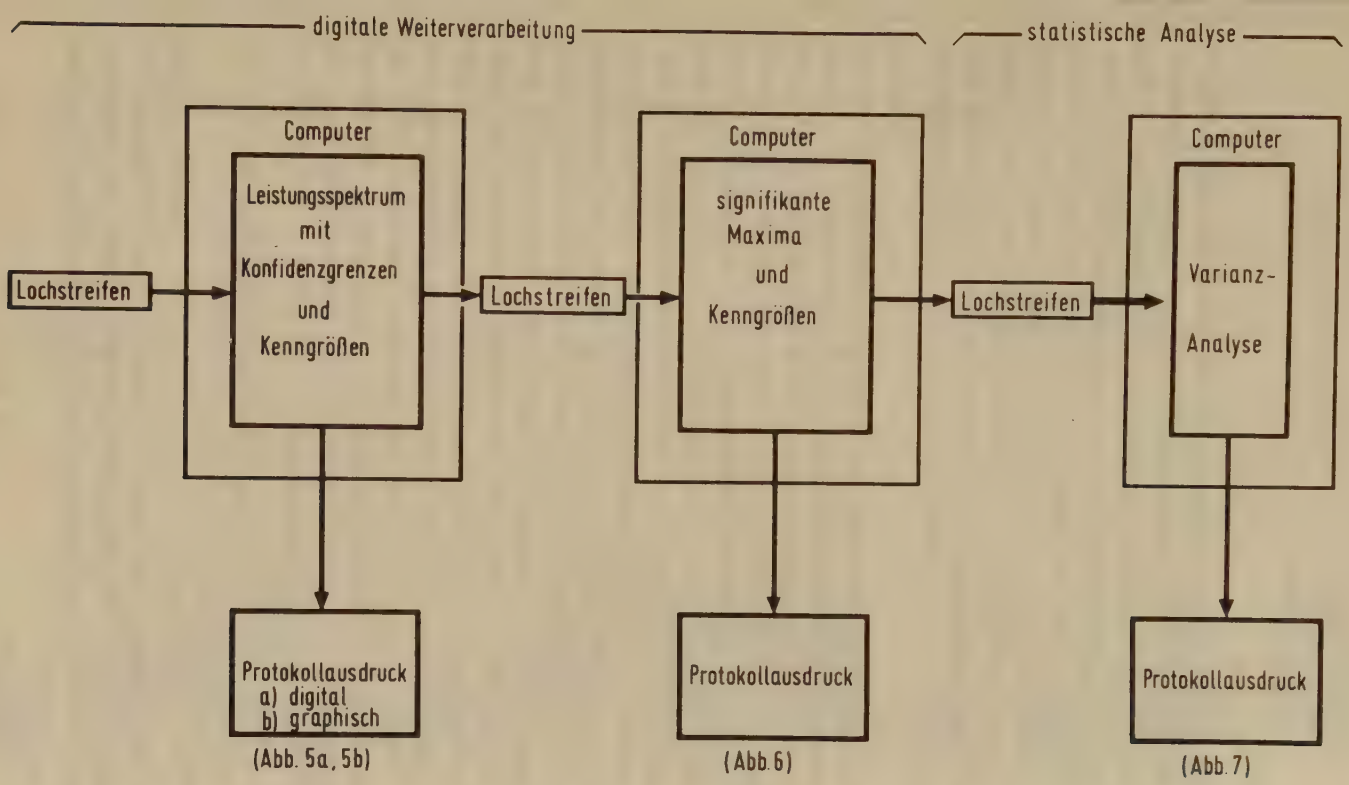



Abb. 4 *Digitale Weiterverarbeitung und statistische Analyse*

Folglich führt eine höhere Frequenzauflösung zu einer größeren Breite der Konfidenzgrenzen. Dies bedeutet aber, daß die statistische Variabilität des Leistungsspektrums größer wird und deshalb an Zuverlässigkeit abnimmt. Aus diesen Divergenzen muß für den jeweils vorliegenden Untersuchungsgang die günstigste Lösung gesucht werden. In der hier vorliegenden Arbeit wurde eine Frequenzauflösung des Leistungsspektrums von o,o1 Hz gewählt. Dieser Wert erschien nach den zuvor gegebenen Erläuterungen optimal, denn die sich daraus ergebende Zeitbeschränkung verhinderte den Anstieg der Unzuverlässigkeitsquote des Leistungsspektrums. Daraus ergab sich nach den von KÜNKEL angegebenen Formeln die Breite der Konfidenzgrenzen. Zusammen mit ihren Konfidenzgrenzen wurden die einzelnen Leistungsspektren in einem Computer vom Typ PDP/8 I berechnet. Abb. 5 a und b geben Beispiele der Protokollausdrucke dieses Rechenabschnittes. Die Ausgabe erfolgte über einen automatischen Protokollschreiber in zweifacher Weise: als Zahlenkolumnen (Abb. 5 a) sowie als Diagramme mit jeweils 51 Indexzahlen über der Abszisse, die den Frequenzen von o - o,5 Hz entsprechen (Abb. 5 b). Für jedes Leistungsspektrum wurden diese Protokollausdrucke erstellt. Aus ihnen war bereits eine optische Beurteilung der Leistungsspektren möglich. Dabei fielen Maxima auf, deren Signifikanz jedoch erst durch einen Vergleich mit den ihnen zugehörigen Konfidenzgrenzen nachgewiesen werden konnte. Die Maxima wurden durch folgende Charakteristika ausgewiesen: Die Konfidenzgrenzen der benachbarten Werte mußten überschritten werden, die Breite des dabei zu erfassenden Spektralabschnittes wurde durch den Bereich zwischen den vier niedrigeren und vier höheren Indexzahlen festgelegt. Die Basis eines signifikanten Maximums konnte sich somit über höchstens acht Indexzahlen erstrecken. Diese Einteilung erwies sich für diesen Untersuchungsgang als äußerst günstig, zumal die optische Beurteilung probeweise angefertigter Diagramme zuvor gezeigt hatte,

```
+99    +711

+0.456254E+6     +0.104974E+3

+1     +0.212592E+1     +0.492398E+1     +0.887700E+1
+2     +0.302722E+1     +0.701152E+1     +0.126404E+2
+3     +0.306382E+1     +0.709630E+1     +0.127932E+2
+4     +0.159437E+1     +0.369281E+1     +0.665744E+1
+5     +0.107655E+1     +0.249346E+1     +0.449523E+1
+6     +0.102210E+1     +0.236736E+1     +0.426790E+1
+7     +0.630993E+0     +0.146148E+1     +0.263477E+1
+8     +0.304848E+0     +0.706077E+0     +0.127292E+1
+9     +0.297342E+0     +0.688692E+0     +0.124158E+1
+10    +0.371129E+0     +0.859593E+0     +0.154968E+1
+11    +0.323594E+0     +0.749495E+0     +0.135119E+1
+12    +0.311303E+0     +0.721028E+0     +0.129987E+1
+13    +0.393827E+0     +0.912166E+0     +0.164446E+1
+14    +0.361238E+0     +0.836684E+0     +0.150838E+1
+15    +0.274756E+0     +0.636378E+0     +0.114726E+1
+16    +0.285622E+0     +0.661545E+0     +0.119264E+1
+17    +0.385371E+0     +0.892581E+0     +0.160915E+1
+18    +0.476539E+0     +0.110374E+1     +0.198983E+1
+19    +0.391011E+0     +0.905644E+0     +0.163270E+1
+20    +0.269256E+0     +0.623640E+0     +0.112430E+1
+21    +0.264452E+0     +0.612512E+0     +0.110424E+1
+22    +0.340792E+0     +0.789329E+0     +0.142301E+1
+23    +0.435937E+0     +0.100970E+1     +0.182030E+1
+24    +0.529183E+0     +0.122567E+1     +0.220965E+1
+25    +0.562047E+0     +0.130179E+1     +0.234688E+1
+26    +0.402025E+0     +0.931154E+0     +0.167869E+1
+27    +0.244762E+0     +0.566908E+0     +0.102202E+1
+28    +0.261198E+0     +0.604976E+0     +0.109065E+1
+29    +0.288317E+0     +0.667788E+0     +0.120389E+1
+30    +0.250504E+0     +0.580206E+0     +0.104600E+1
+31    +0.211958E+0     +0.490928E+0     +0.885051E+0
+32    +0.232428E+0     +0.538340E+0     +0.970525E+0
+33    +0.272759E+0     +0.631753E+0     +0.113893E+1
+34    +0.220252E+0     +0.510140E+0     +0.919685E+0
+35    +0.172359E+0     +0.399211E+0     +0.719702E+0
+36    +0.193466E+0     +0.448098E+0     +0.807837E+0
+37    +0.165738E+0     +0.383876E+0     +0.692056E+0
+38    +0.156219E+0     +0.361829E+0     +0.652309E+0
+39    +0.282402E+0     +0.654088E+0     +0.117919E+1
+40    +0.354607E+0     +0.821326E+0     +0.148069E+1
+41    +0.303570E+0     +0.703117E+0     +0.126758E+1
+42    +0.331580E+0     +0.767992E+0     +0.138454E+1
+43    +0.280678E+0     +0.650096E+0     +0.117200E+1
+44    +0.149430E+0     +0.346103E+0     +0.623958E+0
+45    +0.143656E+0     +0.332729E+0     +0.599849E+0
+46    +0.191339E+0     +0.443171E+0     +0.798953E+0
+47    +0.244521E+0     +0.566351E+0     +0.102102E+1
+48    +0.255128E+0     +0.590916E+0     +0.106531E+1
+49    +0.308467E+0     +0.714459E+0     +0.128803E+1
+50    +0.323535E+0     +0.749359E+0     +0.135095E+1
+51    +0.266935E+0     +0.618265E+0     +0.111461E+1

+0.252180E+2     +0.424859E+0
+0.533780E+1     +0.742133E+0
```

Abb. 5a *Protokollausdruck eines Spektrums mit unteren und oberen Konfidenzgrenzen.*

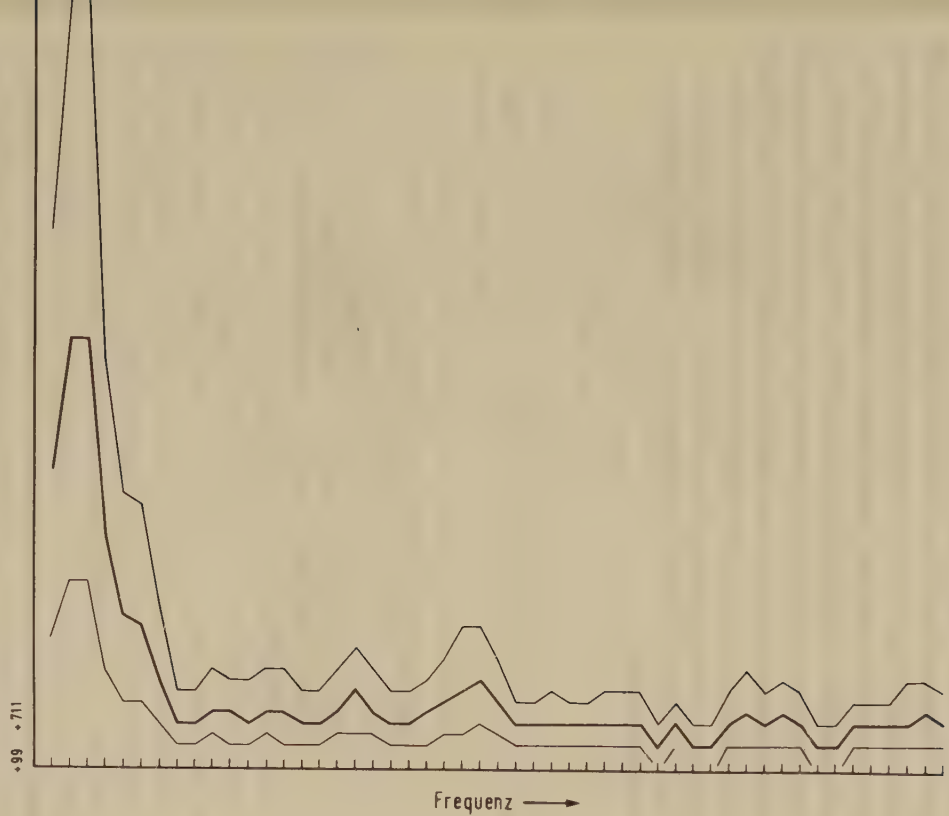



Abb. 5b *Graphische Darstellung des Spektrums der Abb. 5a mit den zugehörigen Konfidenzgrenzen.*

daß sich der größte Anteil der Maxima in einem noch engeren Indexbereich bewegte.

Die Auswertung der einzelnen Diagramme im Hinblick auf signifikante Maxima gibt durch optische Beurteilung der Ausdrucke und durch Vergleich der zugehörigen Konfidenzgrenzen durchaus zuverlässige Ergebnisse, doch wäre dieser Arbeitsgang bei der hohen Anzahl der Diagramme äußerst aufwendig gewesen. In einem weiteren Programmschritt wurde deshalb das Spektrum automatisch auf signifikante Maxima und die Breite der zugehörigen Spektralabschnitte untersucht. Abb. 6 gibt ein Beispiel der aus diesem Programmschritt resultierenden Protokollausdrucke.

```
+99   +711

ABGRENZBARE MAXIMA
INDEX BEREICH      %-ANTEIL  AMPLITUDE

+3    +1    +3     +32       +0.709630E+1
+25   +22   +26    +8        +0.130179E+1
+40   +39   +43    +6        +0.821326E+0
GESAMTANTEIL IN %: +46
```

Eine Erweiterung erfuhr dieses Programm durch die gleichzeitige Berechnung der relativen Anteile dieser Spektralabschnitte am Gesamtspektrum sowie die Bestimmung der Summe der Porzentanteile aller Spektralabschnitte an dem jeweiligen Spektrum.

Diese Ergebnisse ließen nun Aussagen darüber zu, ob periodische Komponenten Einfluß auf die zeitliche Variabilität der theta-Ausprägung haben, in welcher Anzahl diese periodischen Komponenten auftreten und welchem Frequenzbereich sie angehören. Weiterhin konnte die Frage beantwortet werden, wie groß der relative Prozentanteil periodischer Komponenten an der Variabilität der Zeitfunktion ist und welcher Anteil der Variabilität insgesamt auf den Einfluß periodischer Aktivität zurückgeht. Dadurch wurden die Parameter festgelegt, die in die sich nun anschließende statistische Varianzanalyse (21) eingingen:

1. Die Anzahl der Maxima
2. Der relative Prozentanteil der Maxima am Gesamtspektrum

Weiterhin wurden zwei Kenngrößen der Zeitfunktion der theta-Ausprägung als dritter und vierter Parameter in die Varianzanalyse aufgenommen:

3. Das arithmetische Mittel der Zeitfunktion
4. Der Variationskoeffizient der theta-Ausprägung.

Der Variationskoeffizient,der Quotient aus Varianz und arithmetischem Mittel, ist ein Maß für die Variabilität der Stichprobenwerte unter Berücksichtigung des jeweiligen Stichprobenmittels aus einer Untersuchungsreihe. Aus ihm kann daher beim Vergleich von Stichproben mit stärker voneinander abweichenden arithmetischen Mitteln unter Umständen ein aussagekräftigeres Resultat erzielt werden, als es die Varianz für sich allein zu geben vermag. In der hier vorliegenden Untersuchung ist der Variationskoeffizient ein Maß dafür, ob die theta-Ausprägung im Zeitablauf mehr oder weniger stark variiert; dagegen ist das arithmetische Mittel ein Maß für die mittlere theta-Ausprägung.

## 4. Statistische Analyse der Resultate

Als weiterer Arbeitsgang schloß sich die Varianzanalyse der im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Parameter der Zeitfunktion der theta-Ausprägung sowie der Leistungsspektren an. Auf diese Weise sollte darüber Auskunft gewonnen werden, ob diese Parameter in ihrer Variabilität bestimmten Faktoren unterworfen sind. Diese Faktoren wurden im ersten Abschnitt ausführlich dargestellt, da sie bereits bei der Versuchsanordnung festgelegt werden mußten.

Topographie und Seitenlokalisation wurden durch die Lage der Ableiteelektroden bestimmt; therapeutische Einflüsse waren durch die bei allen Versuchspersonen durchgeführte Perazin-Behandlung gegeben, des weiteren konnten durch Vergleich der Untersuchungsergebnisse zu erwartende interindividuelle Unterschiede erhoben werden.

Diese Varianzanalyse wurde ebenfalls in einem gesonderten Programm durch den Computer bewältigt. Durch Abb. 7 wird ein Protokollausdruck dieses Rechenschrittes veranschaulicht. Die Abhängigkeit der untersuchten Parameter von den Faktoren wurde als Ergebnis der Varianzanalyse in sogenannten Signifikanzstufen angegeben.

Folgende Signifikanzstufen wurden festgestellt:

1. Signifikanzstufe 1 %, entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % ($p = 0{,}01$)
2. Signifikanzstufe 5 %, entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p = 0{,}05$)
3. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit > 5 % wurde kein Einfluß der untersuchten Faktoren auf den Parameter angenommen ($p > 0{,}05$).

```
+1091
TRANSFORMATION (NEIN=0, JA=1)?+0

ZEILEN
+1      +0.300000E+2
+2      +0.420000E+2
+3      +0.250000E+2
+4      +0.400000E+2
+5      +0.390000E+2
+6      +0.460000E+2
+7      +0.210000E+2
+8      +0.320000E+2
+9      +0.550000E+2
+10     +0.370000E+2
SPALTEN
+1      +0.340000E+2
+2      +0.280000E+2
+3      +0.310000E+2
+4      +0.340000E+2
+5      +0.270000E+2
+6      +0.280000E+2
+7      +0.260000E+2
+8      +0.240000E+2
+9      +0.360000E+2
+10     +0.330000E+2
+11     +0.340000E+2
+12     +0.320000E+2


+1091

FAKTOR    FG     SUMMENQUADR.      MITTEL            F                 P
ZEILEN   +9      +0.763418E+2      +0.848242E+1      +0.409846E+1      < 0.01
+1       +1      +0.674805E+0      +0.674805E+0      +0.326046E+0      N.S.
+2       +2      +0.611670E+1      +0.305835E+1      +0.147770E+1      N.S.
+3       +1      +0.747071E-1      +0.747071E-1      +0.360963E-1      N.S.
ERROR    +106    +0.219383E+3      +0.206966E+1
TOTAL    +119    +0.302592E+3

VERSUCHSFEHLER=+47
     SD=+0.143863E+1
```

Abb.7 *Beispiel für den Protokollausdruck von Varianzanalysen.*

## K R A N K E N G U T

Dieser Arbeit lagen 2o Elektroencephalogramme von 1o männlichen Patienten aus der Psychiatrischen und Neurologischen Universitätsklinik Berlin zugrunde. Die psychiatrischen Erkrankungen dieser Patienten ließen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

Neurosen (4 Patienten), Schizophrenie (3 Patienten), andere Psychosen (3 Patienten).

Alle Patienten wurden mit gleichen Dosen Taxilan (Perazin) behandelt. Die tägliche Menge lag bei 6oo mg, d.h. nach 1o Tagen war allen Patienten eine Gesamtdosis von 6 g verabreicht worden, mit Ausnahme eines Patienten, der in diesem Zeitraum insgesamt 7,4 g erhielt.

Die Altersverteilung wies ein Durchschnittsalter von 34 Jahren auf; der älteste Patient war 58 Jahre, der Jüngste 19 Jahre alt.

Von diesen Patienten wurde jeweils ein EEG vor Behandlung und am 1o. Tag nach Behandlungsbeginn abgeleitet.

| | Versuchspersonen | Seite | Topographie | Therapie |
|---|---|---|---|---|
| Mittel der Eingabewerte | Ø | Ø | Ø | Ø |
| Variations-Koeffizient | + | Ø | Ø | ++ |
| Anzahl der Maxima | + + | Ø | Ø | Ø |
| Prozentanteil der Maxima | + | Ø | Ø | Ø |

*++ Signifikanzstufe 1% $p \leq 0{,}01$ + Signifikanzstufe 5% $p \leq 0{,}05$ Ø nicht signifikant $p \geq 0{,}05$*

Tabelle 1: *Übersicht über die Ergebnisse der Varianzanalyse*

# E R G E B N I S S E

## I. Zeitfunktion der theta-Ausprägung

Mit Hilfe der Bandintegration wurden Werte ermittelt, die es ermöglichten, die Zeitfunktion für die Ausprägung des theta-Bandes aufzustellen. Aufschlußreich für die Charakterisierung der theta-Ausprägung erschienen dabei besonders zwei Größen:

1. Das arithmetische Mittel
2. Der Variationskoeffizient der theta-Ausprägung.

Die varianzanalytische Untersuchung beider Kenngrößen in Abhängigkeit von den zuvor festgelegten Faktoren Versuchsperson, Seitenlokalisation, Topographie und Therapie ließ möglicherweise vorhandene Einflüsse dieser Faktoren auf das spezifische Verhalten der bioelektrischen Aktivität innerhalb der theta-Frequenzausprägung deutlich werden.

### 1. Das arithmetische Mittel der theta-Ausprägung

Aus der Varianzanalyse wurde eine relative Konstanz des arithmetischen Mittels der theta-Ausprägung ersichtlich. Dieser Mangel an variabilität drückte sich darin aus, daß keiner der in die varianzanalytische Betrachtung eingehenden Faktoren, weder individuelle, noch topographisch bedingte und auch keine therapeutischen sowie auf die Seitenlokalisation zu beziehende veränderungen einen signifikanten Einfluß auf das arithmetische Mittel auszuüben vermochten. Von den Faktoren, die im Rahmen dieser Arbeit in die Untersuchungen eingehen konnten, bestand also für das arithmetische Mittel der theta-Ausprägung k e i n e Abhängigkeit.

## 2. Der Variationskoeffizient der theta-Ausprägung

Der variationskoeffizient unterlag wie aus der varianzanalyse ersichtlich wurde individuellen Unterschieden mit einer Signifikanzstufe von 5 %. Von der Therapie zeigte er eine deutliche Abhängigkeit bei einer Signifikanzstufe von 1 %. Die Faktoren "Seitenlokalisation" und "Topographie", durch die lagebedingte Änderungen varianzanalytisch erfaßt werden konnten, ließen für den Variationskoeffizienten keine Abhängigkeit erkennen. Eine Vorstellung über die Größe des variationskoeffizienten sollen die in Tab. 2 angegebenen Mittelwerte, gemittelt über Versuchsperson, Seitenlokalisation und Topographie ermöglichen. Dabei soll eine gesonderte Aufzählung der Werte, die durch die Therapie bedingten Unterschiede herausstellen.

| vor Therapie | unter Therapie |
|---|---|
| 5,9372 | 7,2810 |

Tab. 2

## 3. Zwischenzusammenfassung

Die varianzanalytischen Untersuchungen, mit denen die Abhängigkeit von den Faktoren "Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie" geprüft werden sollte, ergab für das arithmetische Mittel der Zeitfunktion der theta-Ausprägung k e i n e signifikanten Unterschiede. Für den Variationskoeffizienten zeigte sich eine Abhängigkeit von den Faktoren "Versuchsperson" mit einer Signifikanzstufe von 5 % sowie "Therapie" mit einer Signifikanzstufe von 1 %. Die Perazintherapie führt demnach zu einer vermehrten Variabilität der theta-Ausprägung, ohne ihren mittleren Wert zu beeinflussen. Durch die Topographie und durch die Seitenlokalisation bedingte Veränderungen waren nicht zu verzeichnen.

## II. Die Spektren der Zeitfunktion

Wird die Zeitfunktion der theta-Ausprägung unter Anwendung der Autokorrelationsfunktion und der sich anschließenden Fouriertransformation mathematisch umgeformt, so ergibt sich daraus das Leistungsspektrum der Zeitfunktion. Aufschlußreiche Angaben über periodische Komponenten innerhalb des theta-Frequenzbandes wurden aus den varianzanalytischen Untersuchungen der Leistungsspektren gewonnen, bei denen wiederum die oben angegebenen Faktoren auf ihre Beeinflußung der eingehenden Parameter hin geprüft wurden. Das Auftreten signifikanter Maxima repräsentierte das Vorhandensein periodischer Aktivitäten innerhalb der Ausprägung des theta-Frequenzbandes.

### 1. Die Anzahl der signifikanten Maxima

Die einzelnen Leistungsspektren wiesen signifikante Maxima bis zu einer Anzahl von maximal 8 auf. Dabei konnte ein Durchschnittswert von 3 Maxima pro Spektrum errechnet werden. Aus den insgesamt 12o Leistungsspektren wurden jeweils ein Spektrum mit wenigen und ein Spektrum mit einer hohen Anzahl signifikanter Maxima ausgewählt und in den Abb. 8 und 9 dargestellt.

Die varianzanalytische Untersuchung der Leistungsspektren erbrachte im Hinblick auf die einzelnen Versuchspersonen, d.h. als Ausdruck der individuellen Unterschiede einen deutlichen Einfluß dieses Faktors. Dabei betrug die Signifikanzstufe 1 %. Die topographischen, therapiebedingten und auf der Seitenlokalisation basierenden Veränderungen blieben ohne signifikanten Einfluß auf die Anzahl der Maxima. Die nachgewiesenen periodischen Aktivitäten wurden also durch diese Faktoren n i c h t verändert.

### 2. Die Prozentanteile der signifikanten Maxima

Verschiedene, hier im einzelnen nicht näher bestimmbare

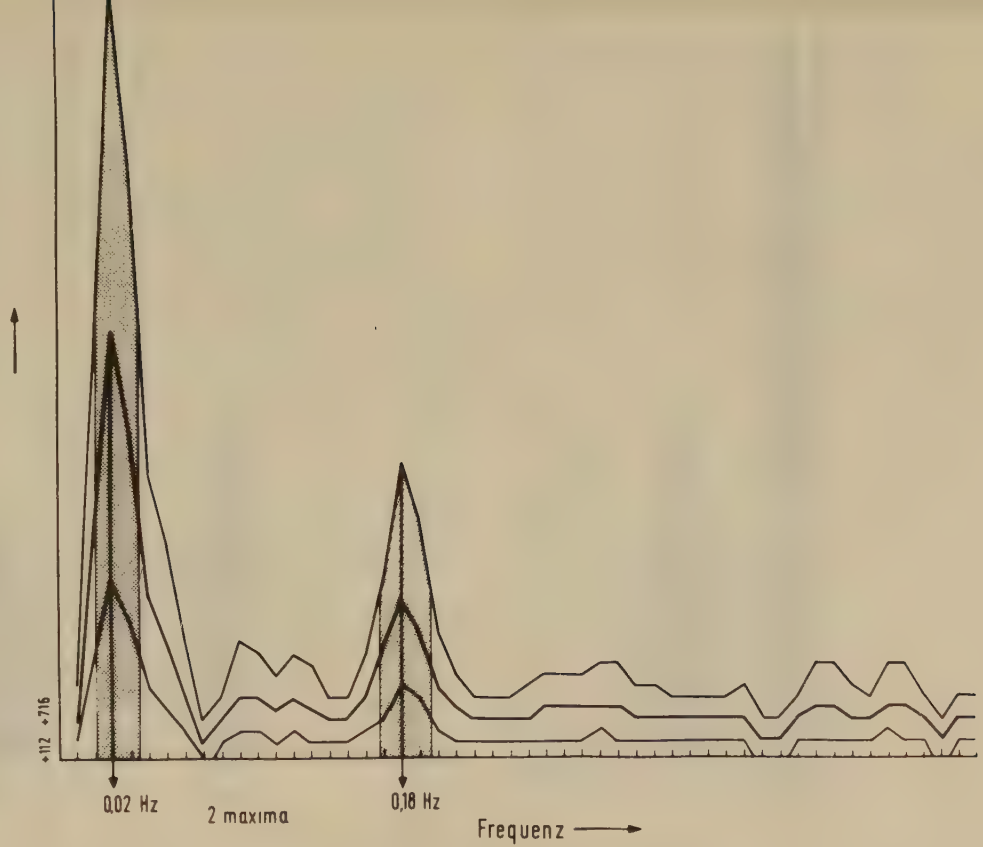



Abb.8 *Beispiel eines Spektrums mit 2 signifikanten Maxima.*

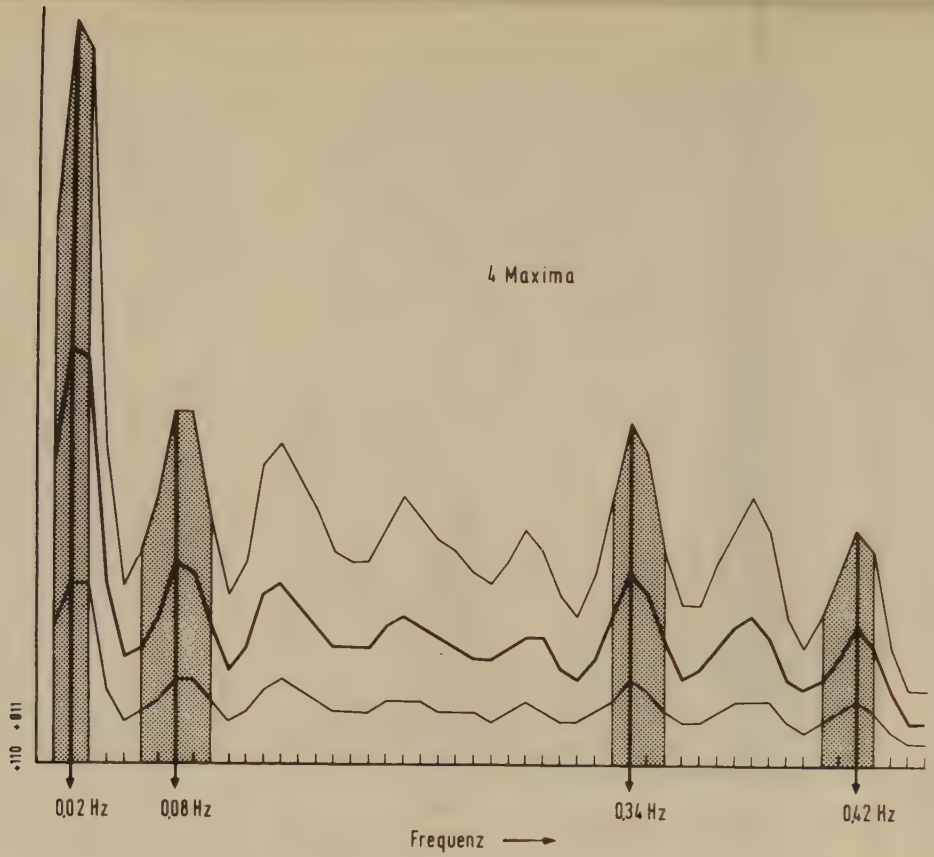



Abb. 9 *Beispiel eines Spektrums mit 4 signifikanten Maxima.*

Komponenten sind für die Summe der Variabilität, d.h. also die Gesamtvariabilität innerhalb der Ausprägung des theta-Frequenzbandes verantwortlich. Die Anteile an der Variabilität, die durch periodische Komponenten verursacht werden, können durch die Bestimmung der Prozentanteile der signifikanten Maxima an der Gesamtvariabilität hervorgehoben werden. Diese Prozentanteile bewegten sich in den einzelnen Leistungsspektren zwischen Werten von 5 % - 78 %. Der Durchschnittswert für das theta-Frequenzband betrug bei den hier untersuchten 12o Leistungsspektren 32,4 %. Demnach läßt sich aussagen, daß 32,4 % also fast 1/3 der Gesamtvariabilität rhythmischen Komponenten folgt. Abb. 1o veranschaulicht dieses Ergebnis. Die Varianzanalyse für die Prozentanteile der Maxima erbrachte lediglich für die individuellen Unterschiede eine mit einer Signifikanzstufe von 5 % anzugebende Abhängigkeit. Einflüsse, die auf therapeutische oder topographisch bedingte Veränderungen zurückgeführt werden konnten, traten n i c h t hervor.

3. Verteilung der signifikanten Maxima über dem untersuchten Spektralbereich

In der Verteilung der periodischen Komponenten über den gesamten Frequenzbereich von o - o,5 Hz lassen sich zwei aus dem relativ gleichförmigen Verteilungsniveau herausragende Häufungen erkennen. Eine deutlich hervortretende Gruppierung fand sich über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz, während die Häufung über dem Bereich hoher Frequenzen (o,45 - o,5 Hz) sich in geringerer Ausprägung darstellt. Abb. 11 veranschaulicht diese Verhältnisse an einem Verteilungsdiagramm, das durch Summation aller Maxima der 12o varianzspektren über ihren jeweils zugehörigen Frequenzbereichen gewonnen wurde. Die über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz liegenden signifikanten Maxima haben an der Gesamtvariabilität einen durchschnittlichen Prozentanteil von 18 %. Der An-

Abb. 10 *Verteilung signifikanter Maxima über den analysierten Frequenzbereich*

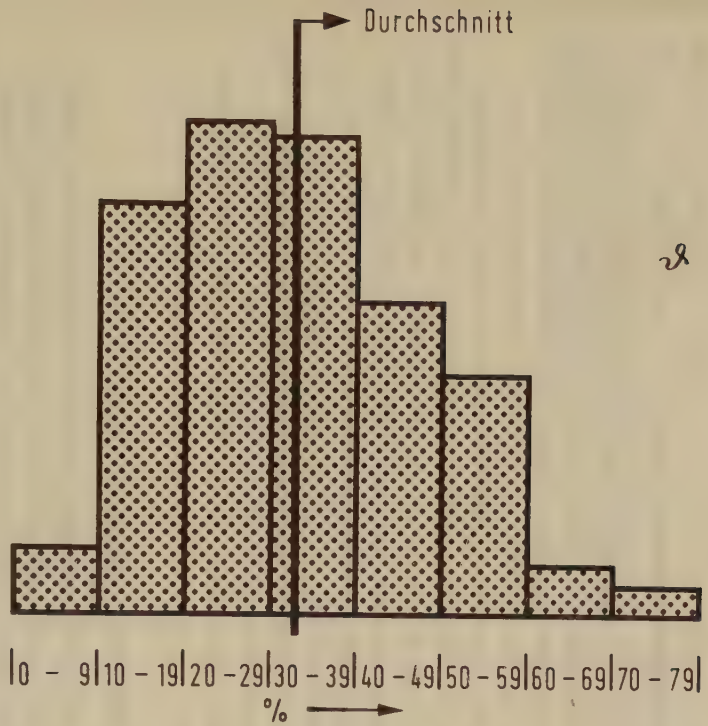



Abb. 11 *Verteilung des prozentualen Anteils periodischer Aktivität an der Gesamtvariabilität der ϑ-Ausprägung.*

teil der niederen Frequenzen an der durch periodische Komponenten bedingten Variabilität ist mit 55,8 % demnach relativ groß. Er wurde aus dem Quotienten

$$\frac{32{,}4 \text{ (Gesamtprozentanteil)}}{18{,}0 \text{ (Prozentanteil über o - o,o6 Hz)}}$$

ermittelt.

4. Zwischenzusammenfassung

Anhand signifikanter Maxima ließen sich periodische Komponenten nachweisen. Bei einer Anzahl von maximal acht fanden sich durchschnittlich drei Maxima in jedem Spektrum. Eine Abhängigkeit von individuellen Unterschieden ergab sich bei der varianzanalytischen Untersuchung mit einer Signifikanzstufe von 1 % für die Anzahl der Maxima sowie mit einer Signifikanzstufe von 5 % für die Prozentanteile der Maxima. Keinen signifikanten Einfluß auf beide Parameter hatten die Therapie und die lagebedingten Veränderungen. Der Anteil der periodischen Aktivität an der Gesamtvariabilität betrug 32,4 %, davon entfiel 55,8 % auf Periodizitäten aus dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz. Eine Häufung signifikanter Maxima hatte sich über diesem Frequenzbereich deutlich hervorgehoben.

III. Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die mittlere Ausprägung des theta-Frequenzbandes ließ sich bei der varianzanalytischen Untersuchung keine signifikante Abhängigkeit von den Faktoren: Topographie, Seitenlokalisation, Therapie und Versuchsperson erkennen. Der Variationskoeffizient blieb ebenfalls durch Topographie und Seitenlokalisation unbeeinflußt. Hingegen traten individuelle Unterschiede mit einer Signifikanzstufe von 5 % sowie therapeutische Einflüsse mit einer Signifikanzstufe von 1 % auf.

Durchschnittlich fanden sich in jedem Leistungsspektrum drei signifikante Maxima. Deutliche Gruppierungen waren über den Frequenzbereichen von o - o,o6 Hz sowie o,45 - o,5 Hz zu erkennen. Die durch periodische Aktivitäten bedingte Variabilität betrug 32,4 % der Gesamtvariabilität. 18 % entfielen dabei auf Periodizitäten über dem Bereich niedriger Frequenzen von o - o,o6 Hz. Dieser hatte damit einen Anteil von 55,8 % an der nicht zufallsbedingten Variabilität.

Die Anzahl der Maxima zeigte bei einer Signifikanzstufe von 1 %, die Prozentanteile der Maxima bei einer Signifikanzstufe von 5 % eine individuelle Abhängigkeit. Beide Parameter wurden von den übrigen in die Varianzanalyse eingehenden Faktoren nicht beeinflußt.

## D I S K U S S I O N

Gegenüber der alpha- und beta-Ausprägung im EEG zeichnet sich die theta-Ausprägung durch ein relativ diskretes Verhalten aus. Lediglich im Schlaf-EEG treten die theta-Wellen deutlicher hervor. Im mittleren Kindesalter jedoch ist die theta-Aktivität die vorherrschende Normaltätigkeit (KUGLER) (12, 13, 14, 19, 2o). Bisherige Beobachtungen ließen erkennen, daß hinsichtlich einer topographischen Differenzierung die theta-Aktivität frontal und temporo-basal gegenüber occipital ausgeprägter ist (19, 2o). Die hirnelektrischen Aktivitäten des in dieser Arbeit untersuchten Patientengutes ließen dagegen keine signifikanten topographischen Differenzen deutlich werden. Weiterhin waren auch keine Seitenunterschiede nachweisbar.

In bisherigen Untersuchungen zeigten sich therapeutische Einflüsse durch die Einwirkung von Phenothiazinen in einer Verlangsamung des EEG-Rhythmus (1, 2, 9, 1o, 11). Dabei wurde festgestellt, daß die Verlangsamung durch eine herabgesetzte alpha-Frequenz bei erhöhter theta-Ausprägung ursächlich bedingt ist (16).

Eine dementsprechende Veränderung der theta-Ausprägung fand sich jedoch in der hier aufgestellten Untersuchungsreihe nicht. Dieses Ergebnis läßt den Eindruck gewinnen, daß an der therapiebedingten Rhythmus-Verlangsamung des EEGs die theta-Ausprägung nicht signifikant beteiligt ist.

Die Ergebnisse der varianzanalytischen Untersuchung sprechen für ein äußerst konstantes Verhalten der theta-Ausprägung, da selbst individuelle Unterschiede nicht nachweisbar waren.

Im Gegensatz zu der Ausprägung des theta-Frequenzbandes konnten für den Variationskoeffizienten der theta-Ausprägung individuelle und therapeutische Einflüsse varianzanalytisch gesichert werden.

Es zeigte sich also, daß zwar die mittlere theta-Ausprägung selbst unter Therapieeinfluß nicht variiert, daß aber ihre Anderung im Zeitablauf therapiegebunden ist. Daraus folgt, daß therapiebedingte Veränderungen der theta-Ausprägung, wie sie bereits beschrieben wurden (16), vermutlich auf der Variation des zeitlichen Ablaufes der Ausprägung, nicht aber einer Veränderung der Ausprägung selbst beruhen.

Anhand signifikanter Maxima im Leistungsspektrum des theta-Frequenzbandes konnte der Beweis erbracht werden, daß der zeitliche Ablauf der theta-Aktivität nicht nur zufällig variiert, sondern zu einem bedeutenden Anteil rhythmischen Einflüssen folgt. Mit 32,4 % ist dieser Anteil an der Gesamtvariabilität bemerkenswert hoch. Obwohl die EEG-Ableitungen unter Standardbedingungen erfolgten, muß angenommen werden, daß eine große Anzahl nicht kontrollierbarer unsystematischer Einflüsse in die Gesamtvariabilität mit eingeht. Auffällig ist der relativ hohe Anteil niederer Frequenzen an der periodischen Aktivität. Im Frequenzbereich von o - o,o6 Hz konnten 55,8 % der periodischen Aktivität und damit 18,2 % der Gesamtvariabilität nachgewiesen werden. Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, eine weitere Differenzierung der Rhythmik in diesem Frequenzbereich durchzuführen. Wie in der Methodik näher ausgeführt, ist dazu eine Versuchsanordnung erforderlich, die eine feinere Frequenzauflösung erlaubt, die jedoch eine zu lange Ableitezeit erfordern würde. Schwierig gestaltet sich dabei eine artefactfreie EEG-Registrierung über einen längeren Zeitraum. Störeinflüsse können dabei leicht zu einer Verfälschung der Resultate führen. Es bleibt daher offen, ob innerhalb des niedrigen Frequenzbereiches bestimmte Frequenzen an der periodischen Aktivität dominierend beteiligt sind.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem varianzanalytischen Untersuchungsergebnis zuzuwenden, das in Bezug auf die Prozent-

anteile der Maxima keine Abhängigkeit von Therapie, Seitenlokalisation und Topographie zeigte. Hierin findet sich eine Übereinstimmung mit dem Verhalten der Anzahl der Maxima, das ebenfalls lediglich individuelle Einflüsse deutlich werden ließ. Bei der hier vorliegenden periodischen Aktivität innerhalb des theta-Frequenzbandes handelt es sich demnach um bisher unbekannte physiologische Rhythmen, die in ihrer Manifestation von diesen Phänomenen unbeeinflußt bleiben. Mutmaßungen über den Ursprung dieser rhythmischen Aktivität führen daher zu möglicherweise spezifischen Zentren bioelektrischer Aktivität im Stammhirn, bzw. stammhirnnahen Bereichen (4, 5, 18, 25).

Nachdem das Vorhandensein rhythmischer Aktivität in der theta-Ausprägung verifiziert war, wurde anhand der Verteilung der signifikanten Maxima nach Gruppierungen über bestimmten Frequenzen gesucht. Eine Häufung über dem niederen Frequenzbereich von o - o,o6 Hz wurde zwar deutlich, doch konnte keine Übereinstimmung mit entsprechenden bekannten physiologischen Rhythmen (6, 7, 15, 18, 22, 23) gefunden werden, so daß über die Natur der hier gefundenen periodischen Aktivität keine differenzierteren Aussagen gemacht werden können. Weiteren Untersuchungen wird es durch die Modifikation der hier angewendeten Methodik vorbehalten bleiben, nähere Auskünfte über Charakter und Herkunft der rhythmischen Aktivität innerhalb der theta-Ausprägung zu geben.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Untersuchung über das Wirksamwerden periodischer Aktivität innerhalb des theta-Frequenzbandes wurde durch vereinzelte Hinweise (KÜNKEL, FENYÖ, HASZNOS und POOLE) auf das Vorhandensein periodischer Komponenten angeregt.

Von insgesamt 2o EEG-Abschnitten, abgeleitet von 1o Patienten jeweils vor und am 1o. Tag einer gleichdosierten Perazinbehandlung (6 g/Pat in 1o Tagen) wurde eine automatische Bandfiltration zur Isolierung des theta-Frequenzbandes durchgeführt. Mit Hilfe einer sich anschließenden automatischen Bandintegration konnte die Zeitfunktion der theta-Ausprägung ermittelt werden. Nähere Aussagen über die Zeitfunktion gestatteten folgende zwei Kenngrößen: 1. das arithmetische Mittel der Zeitfunktion und 2. der Variationskoeffizient der Zeitfunktion. Diese beiden Parameter wurden anschließend varianzanalytisch untersucht, um ihre Abhängigkeit von folgenden vier Faktoren festzustellen: Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie. Diese wurden bereits durch die Versuchsanordnung festgelegt. Für das arithmetische Mittel der Zeitfunktion, dem Maß für die mittlere theta-Ausprägung, ergab sich keine signifikante Abhängigkeit von allen Faktoren. Der Variationskoeffizient, das Maß für die Variabilität im Zeitablauf der theta-Ausprägung zeigte individuelle Unterschiede bei einer Signifikanzstufe von 5 % sowie therapeutische bei einer Signifikanzstufe von 1 %. Durch die Topographie und die Seitenlokalisation bedingte Veränderungen waren nicht zu verzeichnen. Aus diesen Ergebnissen läßt sich auf ein relativ konstantes Verhalten der theta-Ausprägung schließen. Lediglich die Variabilität des zeitlichen Ablaufes, nicht aber die theta-Ausprägung selbst erscheint therapeutisch abhängig zu sein.

Der Nachweis periodischer Aktivität erfolgte anhand der Leistungsspektren. Diese wurden aus den Zeitfunktionen der theta-Ausprägung auf dem Wege über die Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation ermittelt.

Signifikante Maxima innerhalb aller Leistungsspektren verdeutlichten das Vorhandensein periodischer Komponenten. Der prozentuale Anteil dieser periodischen Komponenten an der Gesamtvariabilität der theta-Ausprägung lag mit 32,4 % überraschend hoch. Eine Gruppierung signifikanter Maxima ließ sich lediglich über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz nachweisen. 55,3 % der gesamten rhythmischen Aktivität fand sich allein in diesem Frequenzbereich. Es muß also betont werden, daß die periodischen Komponenten vornehmlich niederfrequente Rhythmen darstellen.

Die von anderen Autoren beschriebene Übereinstimmung mit bekannten physiologischen Rhythmen (Atemrhythmik und Blutdruckwellen höherer Ordnung) konnten für die hier aufgedeckten periodischen Aktivitäten nicht gefunden werden. Aus der varianzanalytischen Betrachtung ging hervor, daß für die Anzahl der Maxima ebenso wie für die Prozentanteile der Maxima ausschließlich individuelle Unterschiede auftraten. Die Topographie, Seitenlokalisation und Therapie blieben ohne Einfluß. Dieses varianzanalytische Verhalten lenkt die Vermutungen über den Ursprung der rhythmischen Aktivität auf subcorticale, stammhirnnahe Zentren, die außerhalb des Wirkungsbereiches der Phenothiazine zu suchen sind.

# L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S


1 BENTE, D.: Zur Wirkung des Phenothiazinkörpers Megaphen auf das menschliche Hirnstrombild. Arzneimittelforschung 4 (1954) 418-423

2 BENTE, D., T. ITIL: Elektroencephalographische Befunde zur Wirkungsweise der neurologischen Behandlungsverfahren. Arzneimittelforschung 7 (1957) 611-615

3 BERGER, H.: Über das Elektroencephalogramm des Menschen; I. Mitteilung. Arch.Psychiat.Nervenkr. 87 (1929) 527-57o

4 BERGER, H.: Über das Elektroencephalogramm des Menschen; III. Mitteilung. Arch.Psychiat.Nervenkr. 94 (1931) 16-6o

5 BRÜCKE, F.Th.v., O. HORNYKIEWICZ: Pharmakologie der Psychopharmaka (1966) 1o-15 Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York

6 COPER, H., H. SELBACH: Klassifikation sowie pharmakologische und klinische Grundlagen der Psychopharmakotherapie. Der Internist 8 (1967) 313-322

7 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Periodic EEG complexes in subacute panencephalitis: reactivity, reponse to drugs and respiratory relationships. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 16 (1964) 446-458

8 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Reactivity of the periodic EEG-complexes in patients with panencephalitis. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 15 (1963) 339

9 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: EEG-Längsschnittuntersuchungen bei der Pharmakotherapie von Psychosen. Beitrag zur Faktorenanalyse der individuellen Hirnreaktionslage. Neuropsychopharm. 3 (1964) 469-473

10 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Möglichkeiten quantitativer Auswertung elektroencephalographischer Verlaufsuntersuchungen bei neurologischer Behandlung.
Med.Exp. 2 (1960) 95-102

11 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Der Einfluß von EEG-Verlaufsuntersuchungen unter psychiatrischer Pharmakotherapie auf die Prognostik von Psychosen.
Arch.Psychiat.Nervenkr. 205 (1964) 1-18

12 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung.
Nervenarzt 14 (1941) 57-70 u. 104-117

13 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung.
Nervenarzt 12 (1939) 569-591

14 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm.
Handbuch der Inneren Medizin Bd.V/1 (1953) 1216-1325 Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - Göttingen

15 KOEPCHEN, H.P.: Die Blutdruckrhythmik.
Eine Untersuchung über die Bedeutung der zentralen Rhythmik für die nervöse Kreislaufsteuerung.
Steinkopff, Darmstadt 1962

16 KREBS, F.A.: Quantitative Analyse des Elektroencephalogramms unter Perazin-Langzeitbehandlung.
Inaugural-Dissertation an der Freien Universität Berlin (1968)

17 KÜNKEL, H.; W. WESTPHAL: Quantitativ EEG-analysis of pyrithioxine action.
Pharmaco-Psychiat. 3 (1970) 41-49

18 KÜNKEL, H.: Die Periodik der paroxysmalen Dysrhythmie im Elektroencephalogramm.
1969 Thieme Verlag Stuttgart

19 KUGLER, J.: Elektroencephalographie in Klinik und Praxis.
Eine Einführung.
Thieme Verlag, Stuttgart 1966, XII

20 NIEBELING, H.G.: Einführung in die Elektroencephalographie.
Joh.Ambros. Barth, Leipzig 1968

21 PEARCE, S.C.: Biological Statistics.
An Introduction. Mc Graw-Hill Series in 1965, 1-47, 1o6-1o7/ Probability and Statistics, New York, St.Louis, SanFrancisco

22 POOLE, E.W.: Nervous activity in relation to the respiratory cycle.
Nature (Lond.) 189, (1961) 579

23 POOLE, E.W.: Periodic EEG discharges in subacute encephalitis with reference to respiratory and cardiac cycles.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 12 (196o) 759

24 POOLE, E.W.: The interrelationsship of respiration and the EEG complexes of subacute encephalitis.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 14 (1962) 294

25 UMBACH, W.: What conclusions can be drawn from depth recordings and depth stimulations for the regulation of the EEG?
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 11 (1959) 6o9

Herrn Professor Dr.med. Helmut Selbach,
Direktor der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik I
der Freien Universität Berlin danke ich für die Arbeitsmöglichkeit an seiner Klinik.

Herrn Professor Dr.med. Helmut Künkel,
Leiter der Abteilung für Klinische Neurophysiologie
und experimentelle Neurologie bin ich zu besonderem Dank
für die Überlassung des Dissertationsthemas, die intensive Beratung zum methodischen Vorgehen und die ständige
Förderung dieser Arbeit verpflichtet.

# L e b e n s l a u f

Am 31. Januar 1942 wurde ich, Detlev Schweitzer, als zweiter Sohn des Zahnarztes Hans-Werner Schweitzer und seiner Ehefrau Margarete Schweitzer, geb. Schulze in Berlin geboren. Nach sechs Grundschuljahren - von 1948-1952 an der 1.Grundschule in Hohen-Neuendorf bei Berlin, von 1952-1954 an der 24.Grundschule in Berlin-Frohnau - besuchte ich die Hans-Thoma-Schule (Gymnasium) in Berlin-Hermsdorf und legte dort am 1. März 1961 das Abitur ab.

Zum Sommersemester 1961 wurde ich an der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert. Vor dem Prüfungsausschuss dieser Universität bestand ich im März 1965 die ärztliche Vorprüfung und im Dezember 1968 die ärztliche Prüfung.

Meine klinische Tätigkeit als Medizinalassistent begann ich am 1. Januar 1969 auf der Internen Abteilung des St.-Gertrauden-Krankenhauses in Berlin-Wilmersdorf. Anschließend arbeitete ich sieben Monate lang am Pathologischen Institut des Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhauses in Berlin-Wedding. Auf der Chirurgisch-Urologischen Abteilung dieses Krankenhauses schloß ich meine Ausbildung als Medizinalassistent am 3o. Juni 197o ab.

Am 1. Juli 197o wurde mir die Approbation erteilt.
Seit dieser Zeit bin ich als Assistenzarzt auf der Internen Abteilung des St.Gertrauden-Krankenhauses bei Herrn Chefarzt Dr. H. Epping tätig.